

ピークはどこでしょう？

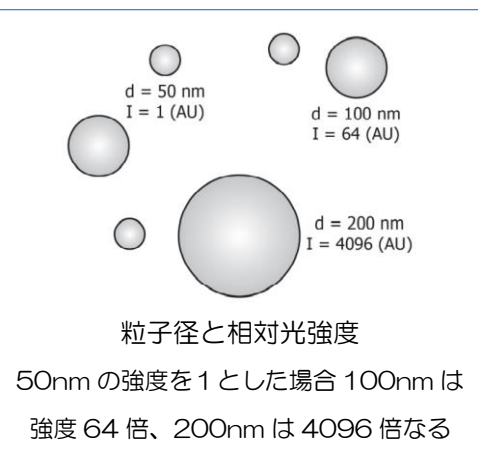
動的光散乱 VS 抵抗パルスセンシング

動的光散乱（DLS）は、溶液中に懸濁したナノ粒子を測定するための主力ツールです。レーザーでサンプルを照射し、散乱光を監視することで機能します。ブラウン運動により粒子が移動すると、散乱光は時間とともに変化します。これを動的にモニターおよび分析して、懸濁液中の粒子の相対的な数と直径を抽出できます。ただし、DLS には 2 つの明確な欠点があります。1 つは、DLS が絶対濃度情報を提供せず、相対分布情報のみを提供すること、もう 1 つは、幅広い多分散溶液の測定が非常に難しいことです。

DLS に関連する一般的な問題は、粒子の多分散混合物を測定すると、実際にはそのようなピークが存在しないところに、粒子の分布のピークを報告する場合があります。この理由は、DLS の原理にあります。数百ナノメートル未満の粒子の場合、レイリー散乱は DLS が検出する散乱光の強度を決定します。この強度は、レーザー波長の 4 乗に反比例しますが、さらに重要なことに、粒子径の 6 乗に比例します。これは、以下の散乱断面積の式で確認できます。

$$\sigma = \frac{2\pi^5 d^6}{3 \lambda^4} \left(\frac{n^2 - 1}{n^2 + 1} \right)^2$$

ここで、 n は粒子の屈折率です。散乱光の強度は、直径の測定値を直接提供するものではありません。代わりに、粒子のブラウン運動により、散乱光の時間自己相関から抽出されます。これにより、粒子の流体力学的半径



を抽出できます。直径の 6 乗依存性の結果として、大きな粒子から散乱される光強度は、小さな粒子からの光強度よりもはるかに高くなります。DLS は、非常に暗い小さな粒子を見逃す可能性があり、大きな粒子と比較した小さな粒子の相対的な存在量を誤って報告する可能性があります。これは左の図に概略的に示されています。これは、3 つの異なる粒子径の相対散乱強度 I を示しています。上の図は、これが測定された粒子分布にどのように影響するかを示しています。青い曲線は実際の粒子分布を示し、オレンジ色の曲線は、DLS が散乱断面積に比例して大きな粒子を過大報告すると仮定して DLS が報告する内容を示しています。これは、直径とともに強度が増加するため、より大きな直径での粒子の濃度の低下がこの効果に勝るまで、分布に誤ったピークを作成してしま

います。Spectradyne 独自のマイクロフルイディクススペースの nCS1 で採用されている抵抗パルスセンシング（RPS）は、電子的手段によって個々の粒子を検出および測定し、DLS の測定サイズとインデックスコントラストの課題を回避します。すべての粒子は統計分布で等しい重みを持っているため、RPS は粒子の実際の分布を報告します。Spectradyne では、個々の粒子がカウントされます。

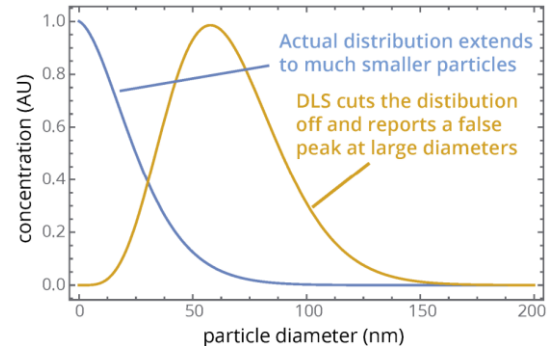


図 1 DLS による大粒子の過大評価の例
青い曲線はある実際の粒子分布で、オレンジ色の曲線は、DLS で散乱断面積に比例して大粒子を過大評価している例